

# INTERPOLATED SCANNING RADAR EQUIPMENT

Publication number: JP7128435

Publication date: 1995-05-19

Inventor: URUSHIDO TAKASHI; HASEGAWA MASANOBU

Applicant: NIPPON ELECTRIC CO

Classification:

- international: G01S7/02; G01S13/02; G01S7/02; G01S13/00; (IPC1-7): G01S13/02; G01S7/02

- european:

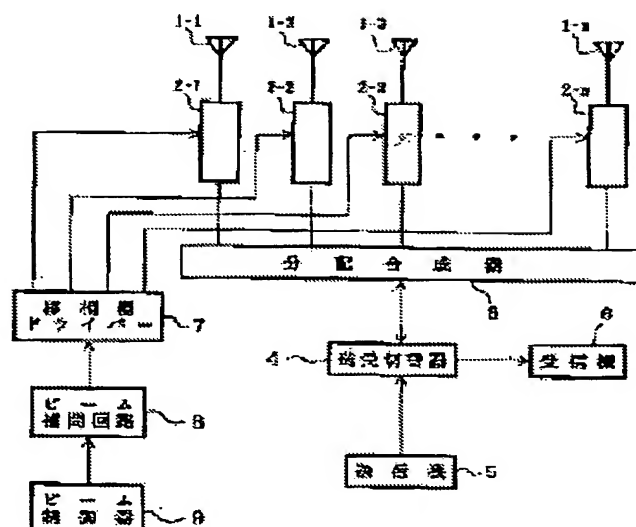
Application number: JP19930292684 19931028

Priority number(s): JP19930292684 19931028

Report a data error here

## Abstract of JP7128435

**PURPOSE:** To level the unevenness of covering range in all bearings and to acquire stably a target in the vicinity of a maximum detecting distance, in a radar equipment of an electronic scanning type. **CONSTITUTION:** The direction of an electromagnetic wave beam is deflected slightly at every (n)th ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) scanning and thereby the unevenness of a covering range pattern is leveled equivalently. In order to bring about this function, a beam control signal from a beam controller 9 is corrected by an about 1/2 interval at every (n)th scanning by a beam interpolating circuit 8. Since each of phase shifters 2-1 to 2-m is driven on the basis of the data thus obtained, the electromagnetic wave beam synthesized in a space is shifted by the about 1/2 beam interval at (n)th scanning. Thereby, the covering range pattern is leveled and even a target in the vicinity of a maximum detecting distance can be detected stably.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-128435

(43) 公開日 平成7年(1995)5月19日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 S 13/02

7/02

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F

審査請求 有 請求項の数 1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-292684

(22) 出願日 平成5年(1993)10月28日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 漆戸 隆志

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 長谷川 昌延

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

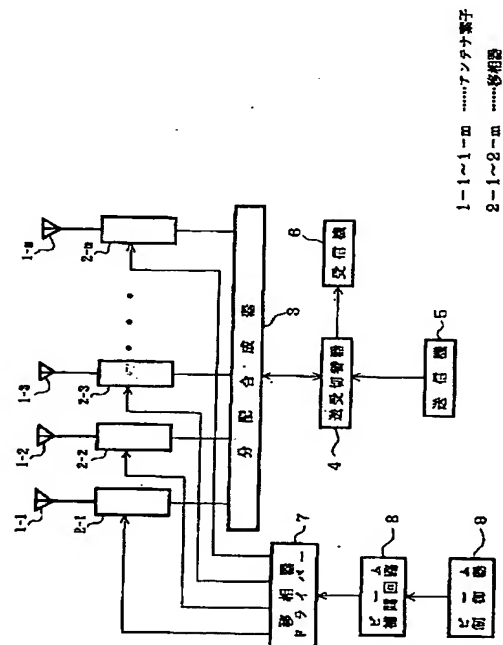
(74) 代理人 弁理士 八幡 義博

(54) 【発明の名称】 補間走査レーダー装置

(57) 【要約】

【目的】 電子走査タイプのレーダー装置において、全方位に対し覆域の凹凸を平滑化し、最大探知距離付近の目標をも安定に捕捉させる。

【構成】  $n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) 走査置きに電磁波ビームの向きを僅かに偏向させ、等価的に覆域パターンの凹凸を平準化させる。この機能をもたらすためにビーム制御器9からのビーム制御信号をビーム補間回路8によって $n$ 走査置きにほぼ $1/2$ 間隔分だけ補正させる。このデータにより各移相器2-1~2-mが駆動されるので空間にて合成される電磁波ビームは、 $n$ 走査置きにほぼ $1/2$ ビーム間隔だけシフトされる。このことにより、覆域パターンが平準化され、最大探知距離付近の目標物も安定して探知可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フェイズドアレイアンテナの各アンテナ素子毎の移相器の移相量を、ビーム制御器からのビーム制御信号によりステップ的に制御することにより、アンテナビームを定められた方位角範囲および／又は高低角範囲を細分化した各方向の一方端方向から他方端方向へ順次ステップ的に走査するレーダー装置において； アンテナビームが  $n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) 走査置きに、前記細分化された各方向の中間方向をステップ的に走査するようにビーム制御器のビーム制御信号を  $n$  走査置きに補正するビーム補間回路を有することを特徴とする補間走査レーダー装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、定められた方位角範囲と高低角範囲の両者或いは何れかの範囲に渡って電子的にビーム走査する方式のレーダー装置におけるビーム制御システム（方式）に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 電子走査レーダー装置は、空間に送出する電磁波ビーム方向を逐次電子的に制御して目標物の所在（角度、距離）を探知するものである。ここでは、フェイズドアレイ型レーダーの場合について従来の方式を説明する。図 3 に示すフェイズドアレイレーダーは、方位  $360$  度（1 周）を 1 本のビームで  $360$  度/ $N$  ずつの角度ステップで順次回転させて走査する。但し  $N$  はステップの粗さを決める数で、例えばステップを  $2$  度とすれば  $180$  である。

【0003】 刻々のビームの向きは、ビーム制御器 9 から出される方位制御信号（デジタル符号群）により、移相器ドライバー 7 を介して各移相器（ $2-1 \sim 2-m$ ）にてアンテナ素子間の相対位相差として与えられる。この場合の方位制御信号は、ビーム角をほぼ同じ間隔で逐次ステップ的に偏向させながら 1 周させるので、ステップ毎の各ビームの向きは毎回転毎にそれぞれ全く同じ向きを指すことになる。この状態で送信機 5 より送出され、送受切替器 4 を通り、分配合成器 3 により分配された送信信号（電磁波パルス）は、各移相器にて位相制御された後、アンテナ素子  $1-1 \sim 1-m$  から空間へ放射され、ビーム形成される。

【0004】 放射された信号は、目標物に当たり、反射されて、アンテナ素子  $1-1 \sim 1-m$ 、移相器  $2-1 \sim 2-m$ 、分配合成器 3 から送受切替器 4 を経て受信機 6 へ到達する。図 4（a）は、本レーダーの水平ビームパターンであり、ビーム間隔は隣接するビーム同士の指向角の差、即ち、 $360^\circ / N$  となり、それぞれのビームは、どの回の走査においても正確に同一方向を向いている。このことは、覆域空間に図 4（b）のような凹凸が固定的に形成されることを意味する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来の電子式ビーム走査型レーダー装置は、空間に対して毎回転同じ走査を繰り返すために、図 4（b）に示す如くビーム先端が向く角度とビームの谷間に該当する角度がそれぞれ固定的になり、その間に探知能力の差が生ずるという現象が見られた。特にペンシルビームで全空間をカバーすることを求められている 3 次元レーダー装置にあつては、1 走査では空間に目の粗いビーム配分しかできないため、ビームの谷間に該当する角度での探知能力が劣化するとところに問題があつた。

【0006】 本発明の目的は、上記従来技術の問題点に鑑みて、走査の何回かに 1 回はビームが前記谷間に該当する角度を向くような走査をすることにより、探知能力の劣化を軽減するレーダー装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を解決するために次の如き手段構成を有する。即ち、本発明の補間走査レーダー装置は、フェイズドアレイアンテナの各アンテナ素子毎の移相器の移相量を、ビーム制御器からのビーム制御信号によりステップ的に制御することにより、アンテナビームを定められた方位角範囲および／又は高低角範囲を細分化した各方向の一方端方向から他方端方向へ順次ステップ的に走査するレーダー装置において； アンテナビームが  $n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) 走査置きに、前記細分化された各方向の中間方向をステップ的に走査するようにビーム制御器のビーム制御信号を  $n$  走査置きに補正するビーム補間回路を有することを特徴とするものである。但し、上記中間方向とは、厳密に中央である必要はなく、中央近傍を意味する。

## 【0008】

【作用】 以下、上記手段構成を有する本発明の補間走査レーダー装置の作用について説明する。ここでは、説明の簡単のために前記  $n$  が 2 の場合で述べるが同様の理は  $n$  の値にかかわらず妥当する。図 4（b）に示すとおり、毎回同一走査を繰り返す場合の探知能力はビームの山谷に従って凹凸をなす。そこで図 1 のビーム補間回路 8 を加え、図 2（a）の如く奇数番目の走査と偶数番目の走査とを  $1/2$  ビーム間隔で配置せしめることにより、図 2（b）のとおり探知能力の角度による凹凸を小さくすることができる。

## 【0009】

【実施例】 以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図 1 は本発明の一実施例を示すフェイズドアレイレーダーのブロック図である。図 1 において、送信機 5 から出た送信信号（電磁波パルス）は送受切替器 4 を通り、分配合成器 3 によって分配され、移相器  $2-1 \sim 2-m$  において所定の位相制御を受けた後、アンテナ素子  $1-1 \sim 1-m$  から空間へ放射され電磁波ビームを形成する。

【0010】 空間へ放射された信号（電磁波）は目標物

に当たり、反射されてその一部がアンテナ素子 1-1 ~ 1-m、移相器 2-1 ~ 2-m、分配合成器 3 および送受切替器 4 を経て受信機 6 に到達する。送受信時に、ビーム制御器 9 は、所望の角度にビームを指向させるための方位制御信号を送出し、途中ビーム補間回路 8 においてこのデータに補正を加え、移相器ドライバー 7 を介して各移相器にてアンテナ素子間の相対位相量を設定する。

【0011】図 1 の回路の動作について説明する。本実施例は  $n=2$  の場合である。奇数番目のビーム走査では、ビーム角補正を行わないとすると、図 2 (a) の実線で示すパターンでそれぞれのビームが構成される。次に、偶数番目の走査時には、ビーム補間回路によって前回のパターンの中間点に各ビーム尖頭が配置されるように、方位制御データが設定される。

【0012】即ち、非補間方位制御信号でビーム制御している場合には、隣り合わせのビーム同士の最小間隔は、 $360^\circ/N$  となるが、ビーム補間回路の働きにより偶数番目の走査時に  $1/2$  間隔の補正を施すことにより、等価的に  $360^\circ/2N$  の緻密な発射が、走査速度を落とすことなく実現できる。これにより空間には、ビームの尖頭部が交互に配置された電磁波ビームパターンが形成され、ビームパターンの谷間に位置する目標物に対する探知能力の劣化が軽減される。ここではビーム補間回路が独立した構成として存在する例を説明したが、勿論この機能はビーム制御器または移相器ドライバーに包含させることも可能である。

【0013】また、本実施例では 1 走査置きにビーム補正を行っているが、これに限られるものではなく、2 走査置き或いは 3 走査置きでもよいし、補正角度も厳密に 2 分の 1 間隔（即ち中央）でなくともその近傍であれば

よい。

【0014】

【発明の効果】本発明は、以上説明したとおり、走査の何回か毎に空間へのビームの向きをビーム間隔のほぼ 2 分の 1 だけシフトさせて走査することにより、走査速度や最大探知距離を犠牲にすることなく、実効領域が等価的に凹凸の少ない（最大探知距離が平準化された）レーダー装置を実現させることができるという利点がある。この利点は、最大探知距離を大きくするために送信繰り返し周波数が低く、狭いビーム幅で、高速の走査を要求されるために、目の粗いビーム発射を余儀なくされている 3 次元のレーダー装置において特に顕著なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例のブロック図である。

【図 2】図 1 に示すレーダー装置のビームパターンおよび覆域パターンである。

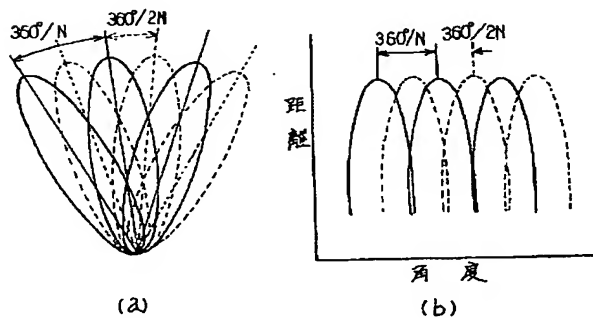
【図 3】従来のレーダー装置の例を示す図である。

【図 4】図 3 に示すレーダー装置のビームパターンおよび覆域パターンである。

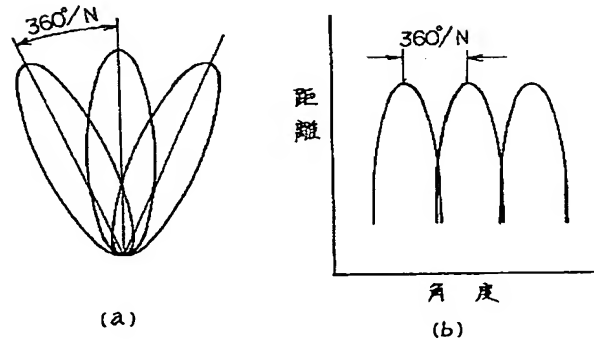
【符号の説明】

- 1-1 ~ 1-m アンテナ素子
- 2-1 ~ 2-m 移相器
- 3 分配合成器
- 4 送受切替器
- 5 送信機
- 6 受信機
- 7 移相器ドライバー
- 8 ビーム補間回路
- 9 ビーム制御器

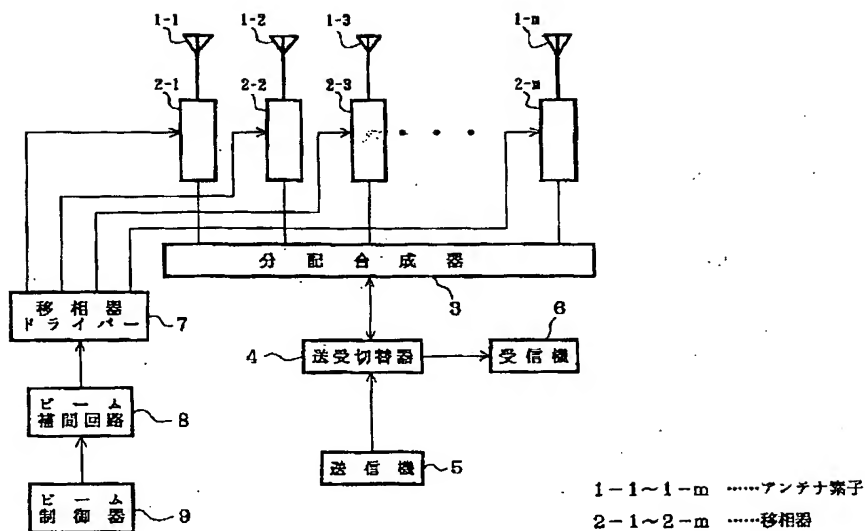
【図 2】



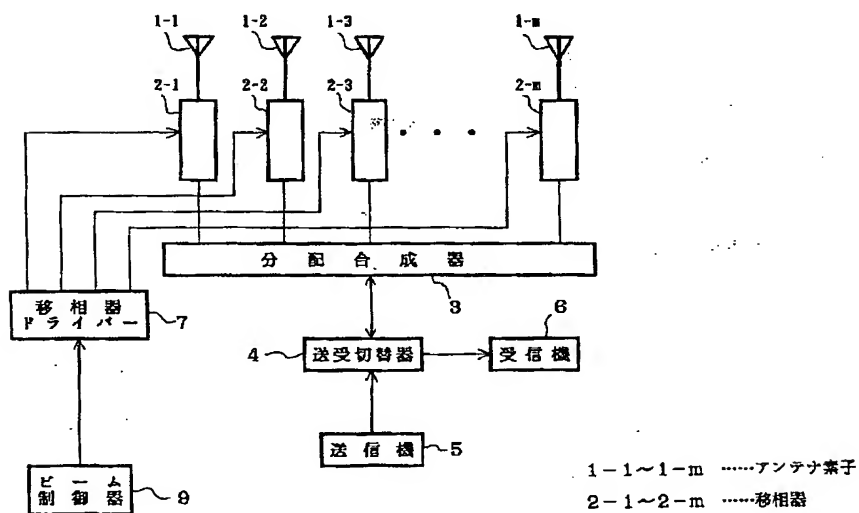
【図 4】



【図 1】



【図 3】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 6 年 1 0 月 1 3 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フェイズドアレイアンテナの各アンテナ素子毎の移相器の移相量を、ビーム制御器からのビーム

制御信号によりステップ的に制御することにより、アンテナビームを定められた方位角範囲又は高低角範囲を細分化した各方向の一方端方向から他方端方向へ順次ステップ的に走査するレーダー装置において； アンテナビームが  $n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) 走査置きに、前記細分化された各方向の中間方向をステップ的に走査するようにビーム制御器のビーム制御信号を  $n$  走査置きに補正するビーム補間回路を有することを特徴とする補間走査レーダー装置。

【請求項 2】 フェイズドアレイアンテナの各アンテナ素子毎の移相器の移相量を、ビーム制御器からのビーム制御信号によりステップ的に制御することにより、アンテナビームを定められた方位角範囲および高低角範囲を細分化した各方向の一方端方向から他方端方向へ順次ステップ的に走査するレーダー装置において； アンテナビームが  $n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) 走査置きに、前記細分化された各方向の中間方向をステップ的に走査するようにビーム制御器のビーム制御信号を  $n$  走査置きに補正するビーム補間回路を有することを特徴とする補間走査レーダー装置。

【請求項 3】 フェイズドアレイアンテナの各アンテナ素子毎の移相器の移相量を、ビーム制御器からのビーム制御信号によりステップ的に制御することにより、アンテナビームを定められた方位角範囲又は高低角範囲を細分化した各方向の一方端方向から他方端方向へ順次ステップ的に走査するレーダー装置において； アンテナビームが前記ステップ毎に向く方向を、 $n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) 走査置きに、前記細分化した 1 ステップ分の角度を更に複数に分割した角度ずつ順次シフトとして行くようにビーム制御器のビーム制御信号を補正するビーム補間回路を有することを特徴とする補間走査レーダー装置。

【請求項 4】 フェイズドアレイアンテナの各アンテナ素子毎の移相器の移相量を、ビーム制御器からのビーム制御信号によりステップ的に制御することにより、アンテナビームを定められた方位角範囲および高低角範囲を細分化した各方向の一方端方向から他方端方向へ順次ステップ的に走査するレーダー装置において； アンテナビームが前記ステップ毎に向く方向を、 $n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) 走査置きに、前記細分化した 1 ステップ分の角度を更に複数に分割した角度ずつ順次シフトとして行くようにビーム制御器のビーム制御信号を補正するビーム補間回路を有することを特徴とする補間走査レーダー装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を解決するために次の如き手段構成を有する。即ち、第 1 の発明の補間走査レーダー装置は、フェイズドアレイアン

テナの各アンテナ素子毎の移相器の移相量を、ビーム制御器からのビーム制御信号によりステップ的に制御することにより、アンテナビームを定められた方位角範囲と高低角範囲の両者又はいずれか一方を細分化した各方向の一方端方向から他方端方向へ順次ステップ的に走査するレーダー装置において； アンテナビームが  $n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) 走査置きに、前記細分化された各方向の中間方向をステップ的に走査するようにビーム制御器のビーム制御信号を  $n$  走査置きに補正するビーム補間回路を有することを特徴とするものである。但し、上記中間方向とは、厳密に中央である必要はなく、中央近傍を意味する。第 2 の発明の補間走査レーダー装置は、フェイズドアレイアンテナの各アンテナ素子毎の移相器の移相量を、ビーム制御器からのビーム制御信号によりステップ的に制御することにより、アンテナビームを定められた方位角範囲と高低角範囲の両者又はいずれか一方を細分化した各方向の一方端方向から他方端方向へ順次ステップ的に走査するレーダー装置において； アンテナビームが前記ステップ毎に向く方向を、 $n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) 走査置きに、前記細分化した 1 ステップ分の角度を更に複数に分割した角度ずつ順次シフトとして行くようにビーム制御器のビーム制御信号を補正するビーム補間回路を有することを特徴とするものである。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

【作用】以下、上記手段構成を有する本発明の補間走査レーダー装置の作用について説明する。ここでは、説明の簡単のために第 1 の発明について前記  $n$  が 2 の場合で述べるが同様の理は  $n$  の値にかかわらず妥当する。図 4 (b) に示すとおり、毎回同一走査を繰り返す場合の探知能力はビームの山谷に従って凹凸をなす。そこで図 1 のビーム補間回路 8 を加え、図 2 (a) の如く奇数番目の走査と偶数番目の走査とを  $1/2$  ビーム間隔で配置せしめることにより、図 2 (b) のとおり探知能力の角度による凹凸を小さくすることができる。第 2 の発明についても同様に、例えば 2 走査置きに、ステップ走査においてビームが向く方向が、1 ステップ分の角度を複数に分割した角度ずつシフトしていくから補間を行わない場合の谷の部分に補間していくことになるので、探知能力の角度による凹凸を小さくすることができる。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**